



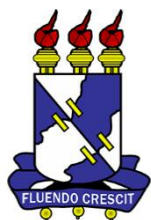
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

JULIANA DE ANDRADE SOUZA

PERCEPÇÃO QUÍMICO-OLFATIVA DE
***Dissodactylus crinitichelis* Moreira, 1901**

SÃO CRISTÓVÃO

2016.2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

JULIANA DE ANDRADE SOUZA

PERCEPÇÃO QUÍMICO-OLFATIVA DE
***Dissodactylus crinitichelis* Moreira, 1901**

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Luis Hirose

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de Biologia
da Universidade Federal de Sergipe como
parte dos requisitos para a obtenção do
título de Bacharel em Biologia.

SÃO CRISTÓVÃO

2016.2

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que, de alguma forma, foram essenciais para a minha formação e para a realização deste trabalho.

À minha família, especialmente a minha mãe, Virginia, uma verdadeira guerreira e por ser a base de meus princípios, educação e objetivos. Obrigada por todo carinho e apoio, e por acreditar que eu realizaria este sonho.

Dedico este trabalho aos meus irmãos, Dan, Rod e Gi. Agradeço a Dan, pela sorte de poder conviver com minha melhor amiga e companheira todos os dias.

A Carlitxo, meu melhor amigo, por todo carinho, por estar sempre do meu lado para conversar, aconselhar, e compartilhar boas ideias, boas músicas e bons animes. Obrigada por me acompanhar e me ajudar na execução deste trabalho, e por ser o cara mais incrível de Betelgeuse.

Aos meus amigos do curso de Biologia, em especial Bia, Giulia, Andréa e Bela, que compartilharam comigo um dos nossos maiores sonhos, momentos felizes e desesperados, e por terem sido o motivo de muitas mudanças maravilhosas terem acontecido em minha vida.

À Prof. Dr. Carmen, minha primeira orientadora e grande influenciadora, a Luana, a Weverton e ao LABEC, pelos anos de descobertas e pesquisas que foram essenciais para a minha formação como bióloga e pesquisadora. E também por terem feito eu me apaixonar pelos invertebrados bentônicos!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gustavo, por me incentivar e me orientar na pesquisa, e por me auxiliar. Obrigada por reconhecer o meu trabalho, por confiar na minha capacidade, e por me mostrar o caminho certo quando estou perdida. Obrigada, também, por sempre me lembrar de nunca desistir.

Ao pessoal do Laboratório de Carcinologia, Sinara, Samara, Douglas, Rafinha e Danillo, pela ajuda nas coletas, pelo trabalho em equipe, pelas novas amizades, pelas conversas e conselhos que fizeram os momentos em laboratório serem os melhores. Em pouco tempo, pude ver que aprendi bastante com vocês, e que também tenho muito que evoluir.

Por fim, agradeço ao CNPq, a CAPES e a Fapitec pelo fomento a minhas pesquisas ao longo do meu período acadêmico.

RESUMO

Interações simbióticas são bastante diversas em ambientes marinhos, e se caracterizam como uma aliança entre dois organismos, baseada nos benefícios que os simbiossitos recebem dos hospedeiros. O hospedeiro, geralmente o organismo maior, fornece recursos que são importantes para o ciclo de vida do simbiossita, como local de refúgio, alimento e parceiros de cópula. No entanto, a obtenção desses recursos se dá por conta da capacidade do simbiossita de reconhecer o seu hospedeiro, de forma que esse reconhecimento geralmente é baseado em fatores químicos que são liberados pelo hospedeiro na água do mar. Essa percepção química pode indicar ao simbiossita, além da localização do hospedeiro, a condição e a qualidade do recurso. Os crustáceos simbiossitos são organismos que têm demonstrado essa capacidade de percepção química de seus hospedeiros. Neste estudo avaliamos a percepção química de *Dissodactylus crinitichelis* por seu hospedeiro equinóide *Encope emarginata* sob diferentes condições (normal, com estresse e com dano físico), para tentarmos entendermos se a escolha e a movimentação entre hospedeiros neste simbiossita são influenciadas pela condição do recurso. Para avaliar a capacidade de percepção e reconhecimento químico da condição do hospedeiro, *D. crinitichelis* foi exposto a um experimento de escolha, em um aparato olfatométrico sob diferentes configurações de estímulos: água controle, água com bolacha normal e com bolacha com estresse. Posteriormente, os caranguejos foram expostos a um hospedeiro normal e outro com dano físico, para avaliar a escolha e a movimentação entre hospedeiros. Os resultados obtidos nos testes olfatométricos demonstraram que *D. crinitichelis* tem capacidade de reconhecimento químico e preferência por seu hospedeiro em condições normais. A condição de estresse das bolachas agiu como repelente para os caranguejos, que preferiram evitar esses hospedeiros. Da mesma forma, os simbiossitos evitaram a bolacha com dano físico, enquanto preferiram a bolacha com condição física “normal”. As condições físicas e fisiológicas do hospedeiro representam a qualidade do recurso, e sinalizam aos simbiossitos as vantagens e as desvantagens em colonizá-lo, podendo influenciar também sua movimentação.

Palavras-chave: simbiose, comportamento, Brachyura, Echinoidea

ABSTRACT

Symbiotic interactions are very diverse in marine environments and are characterized as an alliance between two organisms, based on the benefits the symbionts receive from their hosts. The host, generally the larger organism, provides resources that are important for the symbiont life cycle, as refuge, food source and mates. However, the getting of those resources is given by the capability of the symbiont of recognizing its host, and the recognition is based on chemical cues released by the host in the water. This chemical perception can indicate the symbiont besides the host location, the condition and quality of the resource. Symbiont crustaceans are organisms that have demonstrated this capacity of chemical perception of their hosts. In this study we assessed the chemical perception of *Dissodactylus crinitichelis* for its sand dollar host *Encope emarginata* in different treatments (normal, stressed and with injury), to understand if host choice and host-switching of this symbiont are influenced by the host's condition. To measure the host's chemical recognition, *D. crinitichelis* were exposed in an olfactometric apparatus with control water, normal host water and stressed host water. Later, the crabs were exposed to a normal host and an injured host, to evaluate choice and switching among hosts. The results obtained in the olfactometric tests showed that *D. crinitichelis* have preference for its host in normal conditions. The stress condition of the sand dollars acted as a repellent for the crabs that preferred to avoid those hosts. In the same way, symbionts avoided the injured sand dollars while preferred the "normal" ones. The physical and physiological conditions represent the quality of the hosts and signalize to the symbionts the vantages and disadvantages of colonizing them, also influencing the host-switching pattern of *D. crinitichelis*.

Keywords: symbiosis, behavior, Brachyura, Echinoidea

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
2.1. GERAL	11
2.2. ESPECÍFICOS	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1. Área de amostragem	12
3.2. Simbionte e hospedeiro	13
3.3. Experimentos em laboratório	14
4. RESULTADOS	20
5. DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de amostragem: região estuarina do rio Vaza Barris.	12
Figura 2. <i>Dissodactylus crinitichelis</i>	13
Figura 4. Montagem do aparato para os experimentos de atração química em laboratório. ...	15
Figura 5. Montagem do experimento.....	18
Figura 6. Porcentagem de machos que escolheram a câmara direita ou esquerda no experimento controle.	21
Figura 7. Porcentagem de fêmeas que escolheram a câmara direita ou esquerda no experimento controle.	21
Figura 8. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a câmara direita ou esquerda no experimento controle.	22
Figura 9. Porcentagem de machos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro normal.....	23
Figura 10. Porcentagem de fêmeas que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro normal.....	24
Figura 11. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro normal.....	24
Figura 12. Porcentagem de machos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro com estresse.....	26
Figura 13. Porcentagem de fêmeas que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro com estresse.....	26
Figura 14. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro com estresse.....	27
Figura 15. Porcentagem de machos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 12 horas.....	28
Figura 16. Porcentagem de fêmeas que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 12 horas.	29
Figura 17. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 12 horas.	29
Figura 18. Porcentagem de machos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 24 horas.....	30
Figura 19. Porcentagem de fêmeas que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 24 horas.	31
Figura 20. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 24 horas.	31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva da largura da carapaça dos indivíduos utilizados no experimento controle.	20
Tabela 2. Estatística descritiva da largura da carapaça dos indivíduos utilizados no experimento de atração do hospedeiro em condição normal.	22
Tabela 3. Estatística descritiva da largura da carapaça dos indivíduos utilizados no experimento de atração do hospedeiro em condição de estresse.	25
Tabela 4. Estatística descritiva da largura da carapaça dos indivíduos utilizados no experimento do hospedeiro com dano físico.	27

1. INTRODUÇÃO

Simbiose foi definida por Anton de Bary em 1879, como “associação entre diferentes espécies” (BARY, 1879 apud DOUGLAS, 2010). Esse tipo de associação representa alianças entre organismos, formadas a partir de respostas a associações antagônicas, como competição, predação e parasitismo, e estresses abióticos, como baixa disponibilidade de alimento (DOUGLAS, 2010). Por convenção, um dos organismos, o hospedeiro (geralmente maior), serve de habitat para outro organismo por toda a sua vida ou por apenas um período. O organismo simbiote interage com o hospedeiro, e ambos devem adaptar suas funções individuais resultando em um aumento na aptidão de ambos (BELL, 1984; TRENCH, 1979).

No ambiente marinho, as associações simbióticas têm sido estudadas com maior foco para os invertebrados vivendo em associações com bactérias ou outros organismos, demonstrando grande diversidade de simbioses nesse ambiente (e.g. DUBILIER et al., 2008). Dentre os invertebrados marinhos, os crustáceos, incluindo camarões, caranguejos e siris, anfípodes, isópodes e copépodes têm sido descritos como simbioses de diversos macro-invertebrados em todo o mundo e em vários tipos de habitats. Além disso, o tipo de associação com o hospedeiro varia de acordo com os custos e benefícios para o simbiote.

Os macro-invertebrados usados como hospedeiros pelos crustáceos simbioses apresentam uma grande diversidade de tamanhos, morfologias, habitats, e podem variar muito quanto à sua biologia e ecologia (THIEL & BAEZA, 2001). Simbioses pequenos geralmente buscam hospedeiros maiores por conta de refúgio, sendo este um recurso limitado pela competição (REEVES & BROOKS, 2001). Além disso, os crustáceos simbioses podem obter benefícios, como proteção e alimento, mas por outro lado, também podem gerar custos, como na defesa e restrição do movimento do hospedeiro (REEVES & BROOKS, 2001; THIEL et al., 2003).

A interação simbiótica com o hospedeiro também pode afetar o comportamento social desses crustáceos. Como exemplo, alguns crustáceos simbioses podem adotar um modo de vida monogâmico por conta da pressão pela predação, a predação pode suprimir os movimentos dos simbioses entre hospedeiros, levando-os a compartilhar um mesmo hospedeiro com um parceiro do sexo oposto para facilitar a cópula (THIEL & BAEZA, 2001; KNOWLTON, 1980). Alguns simbioses podem, também, ter um modo de vida solitário, onde apenas um indivíduo coloniza o hospedeiro, e tendem a se movimentar mais frequentemente para encontrar parceiros reprodutivos (WIRTZ & DIESEL, 1983). Muitos crustáceos também podem viver em agregações onde há ambos os sexos vivendo no mesmo

local, e a formação de parceiros sexuais pode ser facilitada pela movimentação entre hospedeiros (BAEZA & THIEL, 2000; BROWN et al., 2001). Machos tendem a aumentar suas chances de se reproduzir ao se movimentar entre diferentes hospedeiros em busca de fêmeas, deixando o hospedeiro logo após a cópula, e as fêmeas também podem visitar hospedeiros habitados por machos (BAEZA & THIEL, 2007), ou ser simbioses obrigatórias, permanecendo no hospedeiro (AMBROSIO & BROOKS, 2011).

Crustáceos simbioses também podem se movimentar por conta da disponibilidade de alimento e abundância de hospedeiros (PEARCE, 1966; BELL, 1984; THIEL & BAEZA, 2001; THIEL et al., 2003). Quando há escassez de alimento, o simbiote tende a deixar seu hospedeiro para encontrar alimento. Do mesmo modo, uma maior abundância de hospedeiros, tende a permitir uma maior movimentação dos hóspedes, uma vez que o risco de predação é diminuído. Algumas espécies de crustáceos simbioses podem estar associadas especificamente a um tipo de hospedeiro, mas raramente habitam um único indivíduo, sendo comum a movimentação entre diferentes hóspedes de uma mesma população (THIEL et al., 2003).

Essa intrínseca relação dos crustáceos simbioses com seus hospedeiros é conhecida por ser baseada no reconhecimento do hospedeiro pelo simbiote, realizado principalmente pela detecção de compostos químicos liberados pelo hospedeiro no meio marinho (e.g. GRAY et al., 1968; REEVES & BROOKS, 2001; BAEZA & STOTZ, 2003; AMBROSIO & BROOKS, 2011; OCAMPO et al., 2012). Esses compostos químicos são em sua maioria liberados na forma de metabólitos secundários, e são descritos como a “força de atração” sobre os simbioses (GRAY et al., 1968; HAY, 2009). Por conta desses compostos, o crustáceo tem a capacidade de identificar seu hospedeiro e realizar suas atividades vitais. Recentes estudos experimentais (eg. AMBROSIO & BROOKS, 2011; OCAMPO et al., 2012; BAEZA et al. 2016) têm demonstrado que crustáceos podem detectar seus hospedeiros respectivos para colonizar com base nesses compostos químicos, o que pode também influenciar em sua movimentação entre hospedeiros.

Além de indicar ao simbiote a presença e a distribuição dos hospedeiros, os compostos químicos também podem indicar quando o hospedeiro não apresenta boas condições (GRAY et al., 1968). Gray et al. (1968) observaram que, quando o hospedeiro é exposto a uma condição desfavorável, o crustáceo simbiote pode saltar de seu hospedeiro para a água do mar ou a areia. De modo geral, simbioses preferem evitar reações de defesa do hospedeiro quando este está sob condição de estresse (e.g. predação, infecção, ferimento) (HAY, 2009; HAINE, 2008; GRAY et al., 1968).

Dentre os crustáceos simbios, a família Pinnotheridae De Haan, 1833 é composta por pequenos caranguejos que vivem relacionados a diversos tipos de hospedeiros, como tubos de poliquetas, cavidades de mantos de moluscos, e holoturídeos (DAVENPORT, 1950; CHRISTENSEN & MCDERMOTT, 1958; TAKEDA et al., 1997). Esses simbios ocorrem em seus hospedeiros como indivíduos solitários, em pares heterossexuais ou em grupos de vários indivíduos (THIEL & BAEZA, 2001; DE BRUYN et al., 2009).

Caranguejos do gênero *Dissodactylus* Smith, 1870 são conhecidos por serem exclusivos simbios de equinóides (TELFORD, 1978), e costumam se movimentar entre hospedeiros durante toda a vida adulta (TELFORD, 1978; BELL, 1984; REEVES & BROOKS, 2001; DE BRUYN et al., 2009). A espécie *Dissodactylus crinitichelis* Moreira, 1901 apresenta como principal hospedeiro bolachas-do-mar do gênero *Encope*, raramente habitando hospedeiros do gênero *Mellita*, ou outras espécies de bolachas (LIMA et al., 2014; COELHO & RAMOS, 1972; REEVES & BROOKS, 2001). No Brasil, o hospedeiro comum de *D. crinitichelis* é o equinóide *Encope emarginata* (Filho et al., 2014), existindo poucos estudos que avaliam sua relação simbiótica (e.g. FILHO et al., 2014; LIMA et al., 2014; QUEIROZ et al., 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

- Avaliar a percepção químico-olfativa de *Dissodactylus crinitichelis* sob diferentes condições de seu hospedeiro.

2.2. ESPECÍFICOS

- Avaliar se *D. crinitichelis* é capaz de identificar seu hospedeiro sob condições “normais” e se isto pode influenciar sua escolha durante a movimentação;
- Avaliar se *D. crinitichelis* é capaz de identificar seu hospedeiro em condição de estresse, e se essa condição pode influenciar em sua escolha durante a movimentação;
- Avaliar se a condição física do hospedeiro (dano físico) pode influenciar a escolha de *D. crinitichelis* durante a movimentação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de amostragem

A área de amostragem abrange a região estuarina do rio Vaza Barris no Estado de Sergipe (Figura 1). A região costeira desse rio abrange os municípios de Itaporanga, Aracaju e São Cristóvão, apresentando a região estuarina cerca de 20 km de extensão (CARVALHO & FONTES, 2006). Quanto à geologia, a bacia do Vaza Barris é de origem tectônica, formada no Cretáceo Inferior (CARVALHO & FONTES, 2006). Esse tipo de bacia forma um complexo estuarino semelhante a um vale afogado originado pela elevação do nível do mar (COELHO et al., 2004).

A hidrodinâmica e a ação de correntes litorâneas na região do vale inibem o crescimento de manguezais em algumas áreas, permitindo a formação e mobilidade de bancos de areia na região (CARVALHO & FONTES, 2006), onde se distribuem as populações da bolacha do mar *Encope emarginata*, hospedeira do caranguejo pinoterídeo *Dissodactylus crinitichelis*.



Figura 1. Área de amostragem: região estuarina do rio Vaza Barris. Foto: ALVES, D. F. R.

3.2. Simbionte e hospedeiro

Indivíduos *Dissodactylus crinitichelis* (Figura 2) e seu hospedeiro, *Encope emarginata* (Figura 3) foram coletados junto aos bancos de areia na região estuarina do rio Vaza-barris. As bolachas foram retiradas manualmente da areia, e os caranguejos encontrados em sua região oral foram recolhidos e colocados em saco plástico contendo água do campo. As bolachas foram inseridas em caixas térmicas contendo areia e água do campo, para evitar choque mecânico durante o transporte. Os organismos, água e areia de campo coletados foram transportados para o Laboratório de Carcinologia da Universidade Federal de Sergipe (UFS). No laboratório, os animais foram aclimatados e mantidos em aquários por um período de 24h até a realização dos experimentos.



Figura 2. *Dissodactylus crinitichelis*. Foto: SOUZA, J. A.



Figura 3. Vista dorsal e ventral de *Encope emarginata*. Foto: SOUZA, J. A.

3.3. Experimentos em laboratório

Para a realização dos experimentos de olfatometria química, um aparato composto por três câmaras circulares de plástico, conectadas por tubos de PVC foi construído, baseado nos trabalhos de Baeza et al. (2016). Esse aparato é composto por uma câmara central, onde os caranguejos são inseridos individualmente, e por duas câmaras laterais. Os tubos que interligam as câmaras laterais à câmara central permitem passagem de água de ambas às câmaras para a região central. Além disso, permitem a passagem do caranguejo para as câmaras laterais de acordo com sua escolha (Figura 4). Ao início de cada experimento, as câmaras laterais foram preenchidas por meio de um tubo de silicone ligando um recipiente de 30L de volume (contendo água do mar ou água com algum tratamento, de acordo com os objetivos de cada experimento) a cada uma das câmaras laterais. Cada câmara lateral foi preenchida até que a água adentrasse a câmara central, atingindo um nível em que a mistura de água do mar e com tratamento (água de hospedeiro) começou a descer pelo tubo de descarte, contido no meio da câmara central. O fluxo de entrada de água nas câmaras foi mantido a 20 mL/min. Maiores detalhes sobre o funcionamento deste aparato pode ser encontrado no trabalho de Baeza et al. (2016).



Figura 4. Montagem do aparato para os experimentos de atração química em laboratório, de acordo com Baeza et al. (2016). Foto: SOUZA, J. A.

Todos os experimentos laboratoriais foram realizados com água na salinidade 35 e temperatura de 27 graus (sala climatizada). A água utilizada nos experimentos foi produzida em laboratório, com água de reverse osmose/DI e sal marinho próprio para aquários (Instant Ocean[®]), preparada 48h anterior ao início de cada experimento, e colocada em um recipiente de plástico com capacidade de 30L. A cada 10 repetições, as câmaras foram completamente esvaziadas e lavadas com água corrente, e o aparato foi invertido.

A iluminação e o foto-período utilizado seguiram o ritmo natural do ambiente. Todos os experimentos químicos foram realizados durante o período diurno (8h – 17h). Nos experimentos, todos os caranguejos utilizados eram adultos, nenhum caranguejo ferido ou

faltando algum apêndice foi utilizado. O sexo dos indivíduos utilizados foi verificado pela morfologia do abdômen e a confirmação da espécie verificada com a utilização de chave taxonômica específica (MELO, 2006). Após a realização dos experimentos todos os caranguejos utilizados foram medidos com relação à largura da carapaça (LC) com a utilização de um paquímetro digital (0,01mm de precisão). Todos os caranguejos e hospedeiros utilizados na realização deste trabalho foram devolvidos para o mesmo local onde foram coletados, após o término dos experimentos laboratoriais.

Experimento Controle

Com a finalidade de avaliar a eficiência do aparato, bem como a presença de algum viés metodológico que pudesse interferir em nossos resultados, um experimento controle foi realizado. Neste experimento, ambas as câmaras laterais do aparato foram alimentadas com água sem nenhum tipo de tratamento (água de reverse osmose/DI com sal marinho sintético) provenientes de 2 recipientes (30L) previamente preparados (24h anteriores ao experimento). A intenção deste experimento controle foi indicar se a escolha por uma das câmaras laterais foi aleatória ou se existiu alguma preferência por uma das câmaras, que neste caso poderia ser considerado um viés metodológico.

Para este experimento, foram utilizados 60 indivíduos (30 machos e 30 fêmeas). O número de escolhas observadas para ambas as câmaras foi testado com um teste de Qui-quadrado (α : 0,05) (ZAR, 2010). O momento em que o caranguejo deixou a câmara central do aparato e caiu em um dos compartimentos laterais foi considerado como uma escolha. O tempo compreendido entre o momento que o caranguejo foi inserido no compartimento central até sua escolha, foi anotado e posteriormente comparado entre os sexos por um teste t de Student (α : 0,05) (ZAR, 2010). Indivíduos que permaneceram na câmara central por um período máximo de 20min foram considerados como “sem escolha”, não sendo estes utilizados nas análises estatísticas. Antes da realização do teste t os dados foram testados com relação à homocedasticidade (Leveanne) e a normalidade (Shapiro-Wilk).

Experimento de atração química do hospedeiro em condição normal

Este experimento foi realizado para avaliar se *D. crinitichelis* tem a capacidade de localizar quimicamente seu hospedeiro. Para este experimento 3 hospedeiros *E. emarginata* foram cuidadosamente inseridos em um recipiente (30L) contendo areia do local de coleta e água marinha sintética preparada com 24 h de antecedência, e mantidos sob aeração até o momento da realização do experimento. A água no recipiente contendo os equinóides foi

utilizada como tratamento. Um segundo recipiente idêntico (30L), contendo a mesma quantidade de sedimento do local de coleta e água marinha sintética, foi preparado e também mantido sob aeração até o momento da realização do experimento (controle).

Os recipientes contendo 30L de água (com e sem tratamento) foram utilizados para alimentar as câmaras laterais (uma alimentada com o recipiente contendo os hospedeiros e a outra com o recipiente sem o hospedeiro) do aparato de olfatometria química. Neste experimento foram utilizados 60 indivíduos (30 machos e 30 fêmeas). A mesma rotina estatística descrita no experimento controle foi utilizada na comparação do número de escolhas (câmaras com e sem tratamento) como também no tempo de resposta entre os sexos.

Experimento de atração química do hospedeiro em condição de estresse

Nesse experimento foi testado se a condição de estresse do hospedeiro pode influenciar nas escolhas e na movimentação de *D. crinitichelis*. Para este experimento 3 hospedeiros *E. emarginata* foram manipulados antes de serem inseridos em um dos recipientes de plástico (30L) com água marinha (preparada previamente como descrito) e mantidos sem nenhum substrato (sem areia). A ausência do substrato teve o objetivo de manter a condição de estresse durante todo o período em que o experimento foi conduzido. Neste experimento foram utilizados 60 indivíduos (30 machos e 30 fêmeas) seguindo os procedimentos e análises estatísticas dos experimentos anteriores. A intenção deste experimento foi avaliar se o estresse induzido nas bolachas resultaria na liberação de substâncias de defesa que poderiam ser percebidas pelos caranguejos influenciando sua escolha e movimentação.

Experimento de escolha entre hospedeiros com diferentes condições físicas

Este experimento teve a finalidade de reforçar os resultados obtidos nos testes de olfatometria química. Neste experimento, *D. crinitichelis* foi exposto a dois hospedeiros *E. emarginata*, um em condições normais e outro com dano físico, de modo a avaliarmos se a condição física do hospedeiro tem alguma influência na escolha e na movimentação dos simbioss. Para realizar este experimento, outra metodologia foi utilizada, de modo a tentarmos simular as condições encontradas em ambiente natural, permitindo que *D. crinitichelis* tivesse livre movimentação e escolha de seu hospedeiro. Para esta finalidade 10 recipientes cilíndricos de plástico foram preenchidos com areia e água do campo, onde um par de bolachas foi colocado e deixado por um período de 24 horas para aclimação. Ao longo de todo o período de experimentação, os recipientes foram mantidos sob constante aeração (Figuras 5A e B). Em cada recipiente, demarcados de 1 a 10, uma das bolachas

recebeu um pequeno dano físico na margem para simular o dano causado, por exemplo, por um predador (Figura 5C). O dano recebido não inferiu riscos ao equinoide. As bolachas que receberam dano foram recolocadas nos recipientes, onde puderam se enterrar e se movimentar livremente. O experimento se iniciou quando um caranguejo foi adicionado aos recipientes diretamente no substrato em uma posição equidistante entre os dois hospedeiros utilizados.

Neste experimento 30 caranguejos foram utilizados, sendo 15 fêmeas e 15 machos. Foram realizadas 3 repetições com 10 réplicas cada, totalizando 30 réplicas (15 machos e 15 fêmeas). A cada repetição, os caranguejos utilizados eram descartados e um novo indivíduo recolocado. Para a análise da movimentação, foram feitas observações após 12 horas do início do experimento, e após 24 horas, em cada repetição. Durante as observações, a localização do caranguejo foi anotada de acordo com 3 possibilidades: 1) caranguejo na bolacha “normal”, 2) caranguejo na bolacha “com dano físico”, e 3) caranguejo “no substrato” (não estava presente em nenhum hospedeiro).

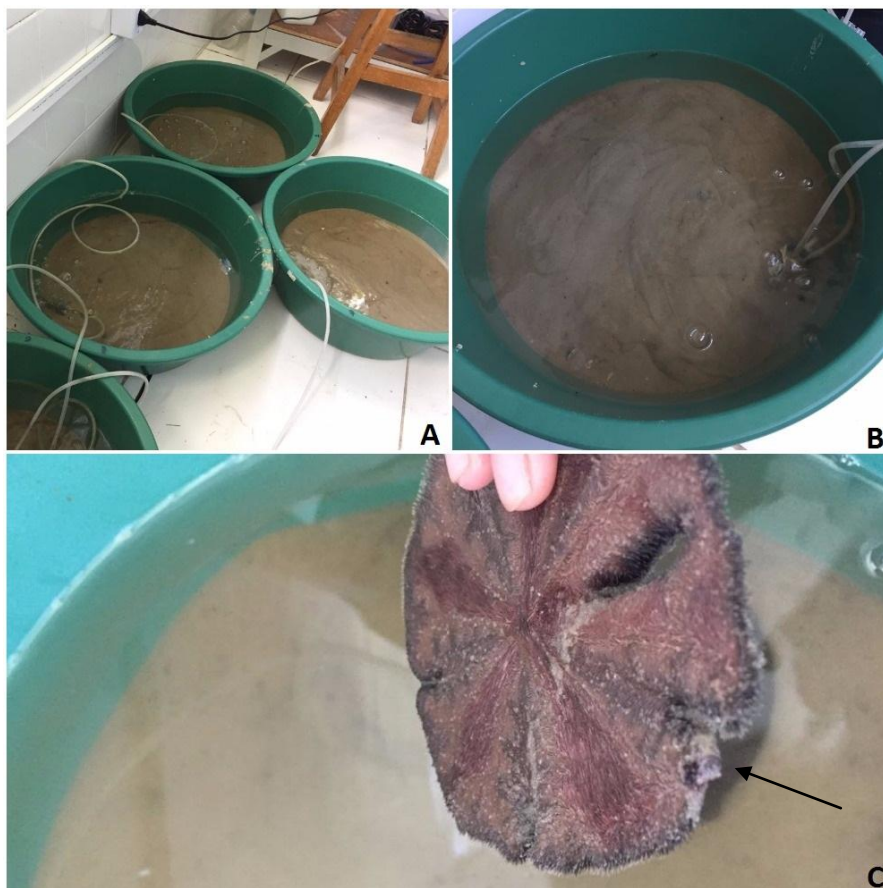


Figura 5. (A) Disposição das bandejas com areia e água de campo. (B) Detalhe do recipiente onde as bolachas foram inseridas e permaneceram sob aeração durante todo o período de experimento. (C) Dano físico feito na bolacha para indução do estresse (seta). Fotos: SOUZA, J. A.

O teste Qui-quadrado (α : 0,05) (ZAR, 2010) foi realizado para comparar o número de escolhas para o hospedeiro normal e para o hospedeiro com dano físico nos períodos de 12h e 24h, e também se existiu alguma diferença de escolha entre os sexos. As repetições onde os caranguejos foram classificados com o status “no substrato” não foram utilizadas nos testes estatísticos.

4. RESULTADOS

Experimento Controle

Foram utilizados 30 machos e 30 fêmeas para este experimento. O tamanho médio da largura da carapaça (mm) dos caranguejos utilizados foi de 5,6 mm para machos e 6,17 mm de LC para fêmeas. A estatística descritiva dos indivíduos utilizados no experimento pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva da largura da carapaça (mm) dos indivíduos utilizados no experimento controle.

Sexo	Tamanho Mínimo	Tamanho Máximo	Tamanho Médio	Desvio Padrão
Machos	4,65	7,45	5,6	0,59
Fêmeas	5,25	7,25	6,17	0,52

Aproximadamente 92% (N=55) dos indivíduos realizaram uma escolha no experimento controle, onde 43% (N=26) foram machos e 48% (N=29) foram fêmeas. Os resultados das escolhas para cada câmara foi semelhante para ambos os sexos, onde 50% (N=13) dos machos e 58,6% (N=17) das fêmeas escolheram a câmara direita, e 50% (N=13) dos machos e 41,3% (N=12) das fêmeas escolheram a câmara esquerda (Figuras 6 e 7). O total de caranguejos que escolheram a câmara da direita foi de 54,5% (N=30), e o de caranguejos que escolheram a câmara esquerda foi de 45,4% (N=25) (Figura 8). O teste de Qui-quadrado não apresentou diferenças estatísticas significativas para os sexos separadamente ou para o total de indivíduos (machos: $\chi^2=0$; $p>0,05$; fêmeas: $\chi^2=2,97$; $p>0,05$; total: $\chi^2=0,82$; $p>0,05$).

O experimento controle foi realizado em um total de 3 horas e 40 minutos. Os machos realizaram suas escolhas em uma média de 10 minutos e 37 segundos, enquanto as fêmeas o fizeram em média de 6 minutos e 50 segundos. O teste t não demonstrou um resultado significativo para a diferença de tempo de escolha entre os sexos ($t=1,6$; $p>0,05$).

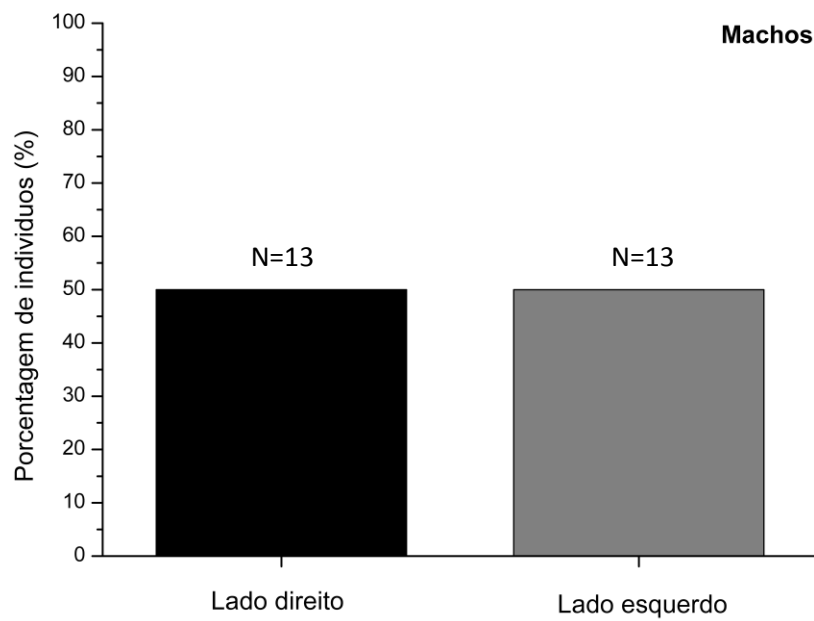


Figura 6. Porcentagem de machos que escolheram a câmara direita ou esquerda no experimento controle. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

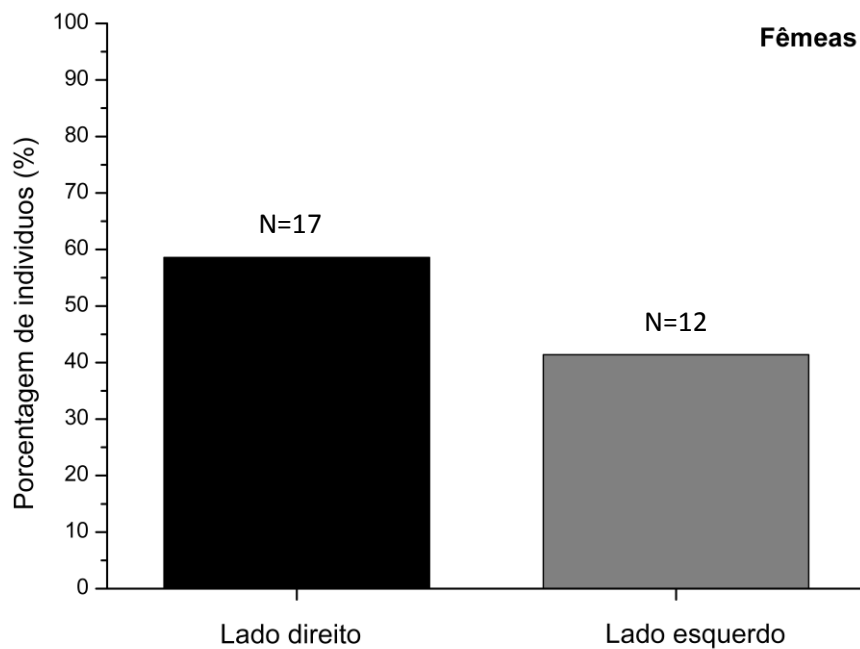


Figura 7. Porcentagem de fêmeas que escolheram a câmara direita ou esquerda no experimento controle. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

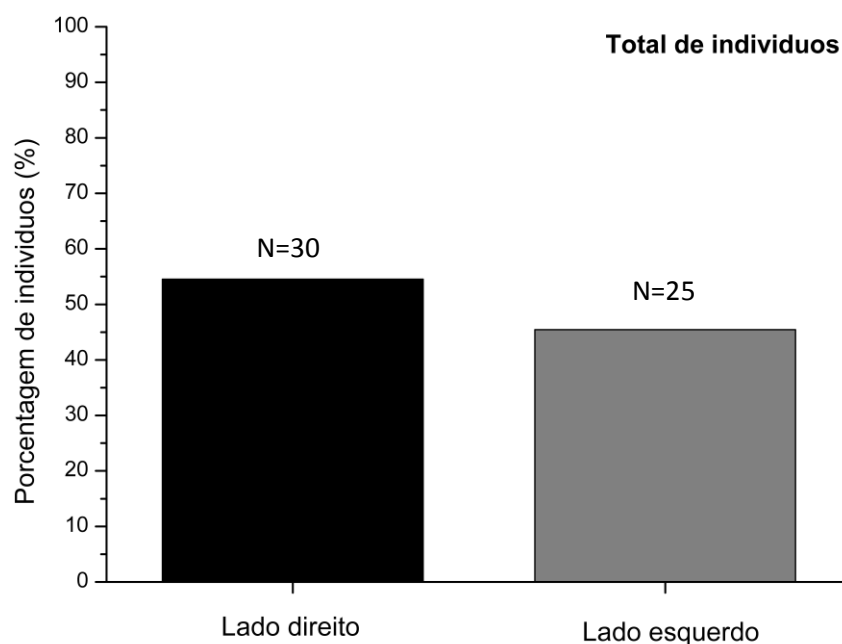


Figura 8. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a câmara direita ou esquerda no experimento controle. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

Experimento de atração química do hospedeiro em condição normal

Para este experimento foram utilizados 30 machos e 30 fêmeas. O tamanho médio da largura da carapaça (mm) dos caranguejos utilizados no experimento foi de 5,8 mm para machos e 6,25 mm de LC para fêmeas. A estatística descritiva dos indivíduos utilizados no experimento pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva da largura da carapaça (mm) dos indivíduos utilizados no experimento de atração do hospedeiro em condição normal.

Sexo	Tamanho Mínimo	Tamanho Máximo	Tamanho Médio	Desvio Padrão
Machos	4,45	7,45	5,8	1,2
Fêmeas	4,75	7,45	6,25	1,1

Dos caranguejos testados, 93,3% (N=56) dos indivíduos responderam ao experimento, onde 51,8% foram machos e 48,2% foram fêmeas. Com relação aos valores individuais de cada sexo, 58,6% (N=17) dos machos e 62,9% (N=17) das fêmeas escolheram a água com

tratamento, enquanto 41,3% (N=12) dos machos e 37% (N=10) das fêmeas escolheram a água do mar (Figuras 9 e 10). Do total de indivíduos, 60,7% (N=34) escolheram o recipiente com tratamento, enquanto 39,3% (N=22) escolheram a água controle. O teste de Qui-quadrado não apresentou diferenças significativas para machos ($\chi^2=3$; $p>0,05$), mas foi significativo para fêmeas ($\chi^2=6,7$; $p<0,05$) e para o total de indivíduos ($\chi^2=4,6$; $p<0,05$) (Figura 11).

Esse experimento também foi realizado em um total de 6 horas, sendo a média de tempo de resposta dos machos de 5 minutos e 49 segundos, e das fêmeas de 6 minutos e 10 segundos. O teste *t* comparando o tempo de resposta entre os sexos não apresentou um resultado estatístico significativo ($t=0,28$; $p>0,05$).

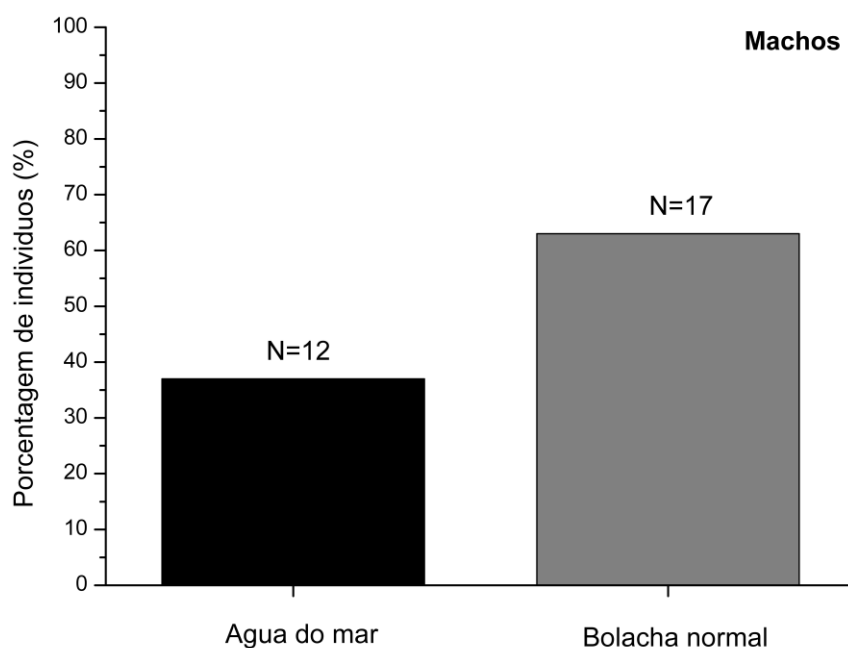


Figura 9. Porcentagem de machos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro normal. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

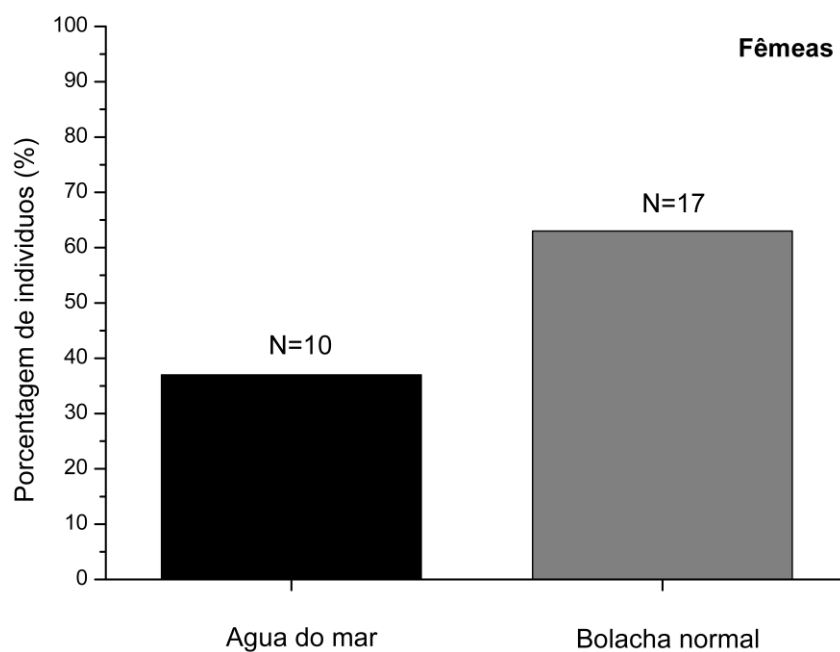


Figura 10. Porcentagem de fêmeas que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro normal. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

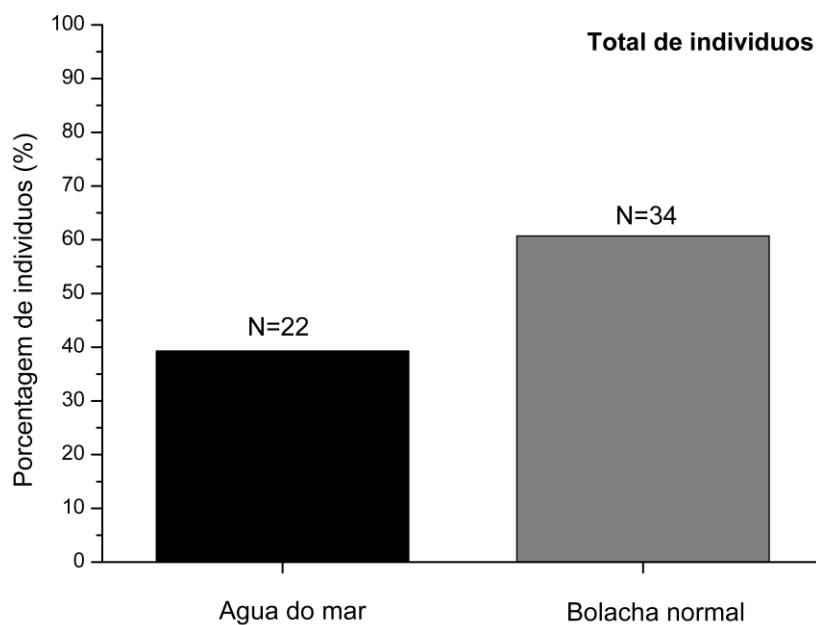


Figura 11. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro normal. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

Experimento de atração química do hospedeiro em condição de estresse

Para este experimento foram utilizados 30 machos e 30 fêmeas. O tamanho médio dos caranguejos utilizados no foi de 6 mm para machos e 6,5 mm de LC para fêmeas. A estatística descritiva dos indivíduos utilizados no experimento pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3. Estatística descritiva da largura da carapaça (mm) dos indivíduos utilizados no experimento de atração do hospedeiro em condição de estresse.

Sexo	Tamanho Mínimo	Tamanho Máximo	Tamanho Médio	Desvio Padrão
Machos	5,2	6,9	6	0,69
Fêmeas	5,35	7,8	6,5	1

Neste experimento, o hospedeiro foi mantido em condição de estresse. Dos indivíduos utilizados, 88,3% (N=53) responderam, onde 45% (N=27) foram machos e 43,3% (N=26) foram fêmeas. Para as respostas individuais, 81,5% (N=22) dos machos e 65,4% (N=17) das fêmeas escolheram a água controle, enquanto 18,5% (N=5) dos machos e 34,6% (N=9) das fêmeas escolheram a água com tratamento (Figuras 12 e 13). O total de caranguejos que escolheram a água controle foi de 73,58% (N=39), enquanto os que escolheram a água com tratamento totalizaram 26,4% (N=14) (Figura 14). O cálculo do teste Qui-quadrado confirma um resultado estatístico significativo (machos: $\chi^2=39,6$; $p<0,05$; fêmeas: $\chi^2=9,46$; $p<0,05$; total: $\chi^2=22,25$; $p<0,05$).

Este experimento foi realizado em 6 horas. Machos tiveram tempo médio de resposta de 5 minutos e 43 segundos, enquanto fêmeas responderam em uma média de 7 minutos e 23 segundos. A comparação do tempo de resposta entre os sexos não apresentou resultados estatísticos significativos ($t=1$; $p>0,05$).

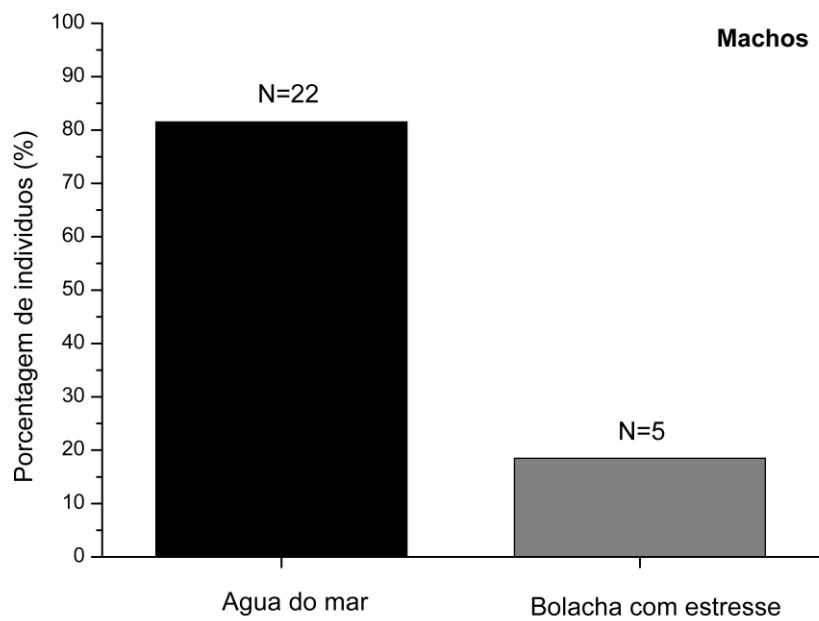


Figura 12. Porcentagem de machos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro sob estresse. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

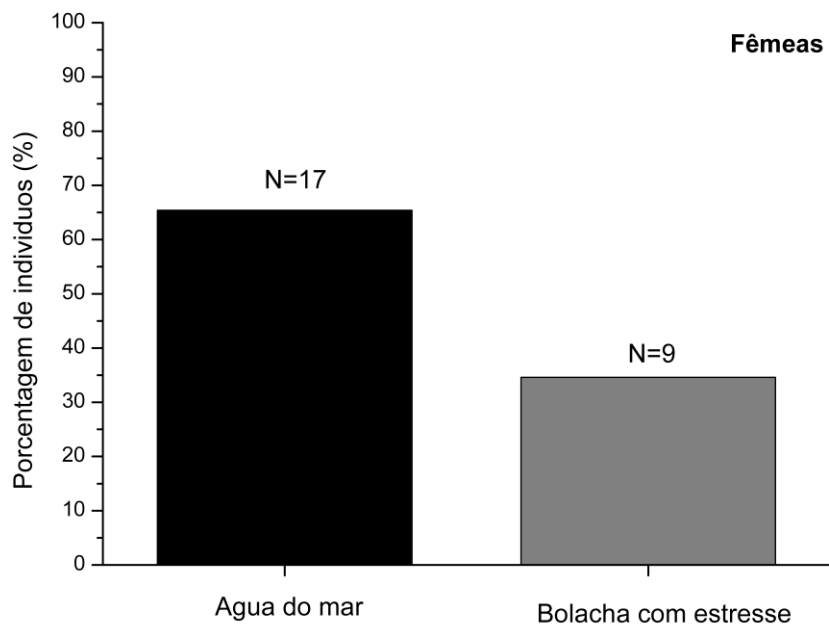


Figura 13. Porcentagem de fêmeas que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro com estresse. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

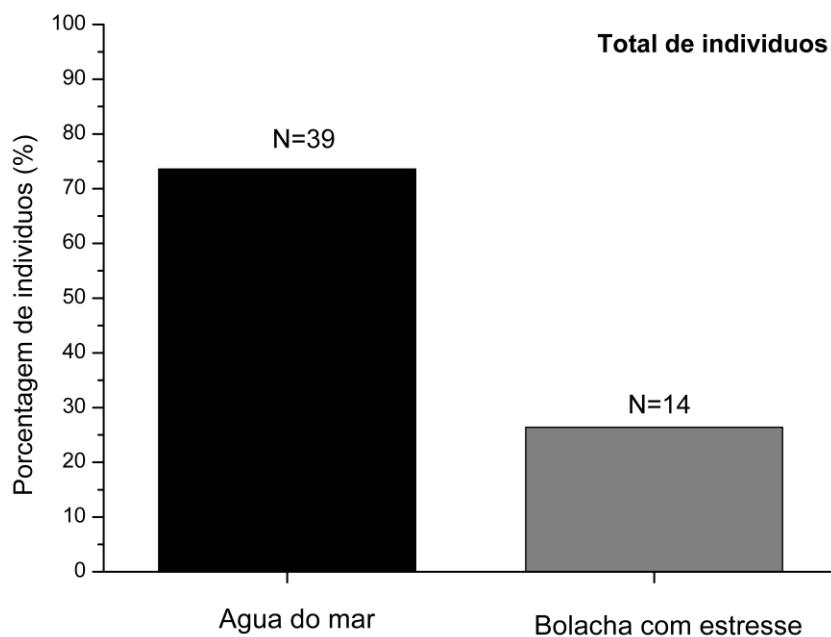


Figura 14. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a água do mar ou a bolacha no experimento de atração química com o hospedeiro com estresse. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

Experimento de escolha entre hospedeiros com diferentes condições físicas

Foram realizadas 3 repetições onde ao todo 30 indivíduos *D. crinitichelis* (15 fêmeas e 15 machos) foram testados. O tamanho de carapaça (LC) médio para machos foi de 6,35 mm e para fêmeas foi de 6,27 mm (Tabela 4).

Tabela 4. Estatística descritiva da largura da carapaça (mm) dos indivíduos utilizados no experimento do hospedeiro com dano físico.

Sexo	Tamanho Mínimo	Tamanho Máximo	Tamanho Médio	Desvio Padrão
Machos	5,35	7,25	6,35	0,51
Fêmeas	5,55	7,15	6,27	0,53

Nesse experimento, *D. crinitichelis* foi exposto a dois hospedeiros: um em condições normais e um que recebeu dano físico. As respostas dos caranguejos testados foram observadas em 12 horas e 24 horas após o início do experimento.

Período de 12 horas

Dos 30 caranguejos testados, 13 responderam no período de 12 horas (6 machos e 7 fêmeas), representando 43,3% do total (46,2% machos e 53,8% fêmeas). As escolhas individuais para os sexos resultaram em 83,3% (N=5) dos machos e 42,9% (N=3) das fêmeas escolheram a bolacha do mar normal, enquanto 16,7% (N=1) dos machos e 57,1% (N=4) das fêmeas escolheram a bolacha com dano físico. Do total de indivíduos, 61,5% (N=8) escolheram a bolacha do mar em condição normal e 38,5% (N=5) escolheram a bolacha com dano físico. A comparação das escolhas pelo teste Qui-quadrado demonstrou um resultado significativo para machos ($\chi^2=44,35$; $p<0,05$) com um maior número de indivíduos optando pela bolacha em condições normais (Figura 15), enquanto para as fêmeas ($\chi^2=2$; $p>0,05$) o resultado não foi significativo (Figura 16). Para o total de indivíduos, o teste do Qui-quadrado demonstrou diferenças estatísticas significativas ($\chi^2=5,29$; $p<0,05$), com a maioria dos indivíduos optando pela bolacha em condições normais (Figura 17).

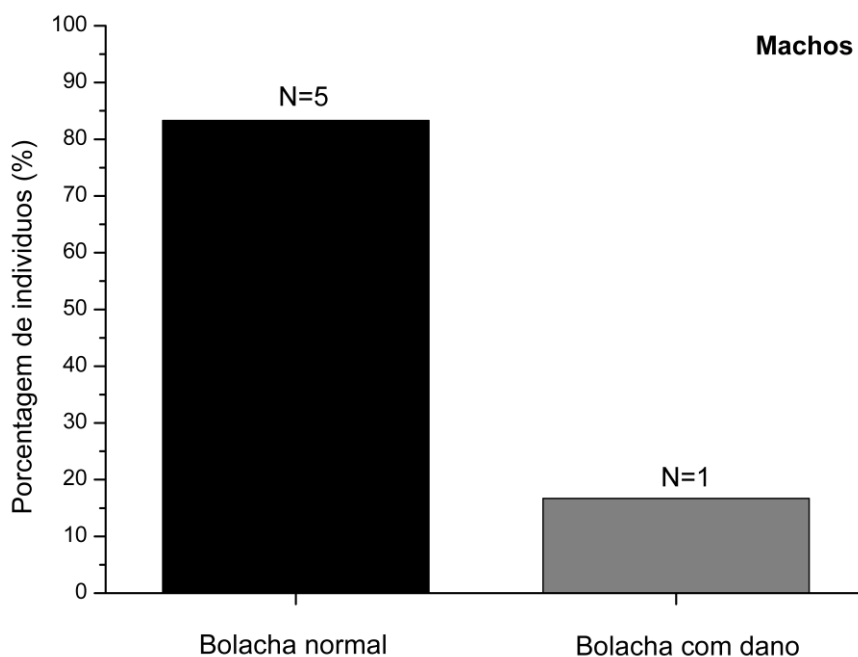


Figura 15. Porcentagem de machos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 12 horas. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

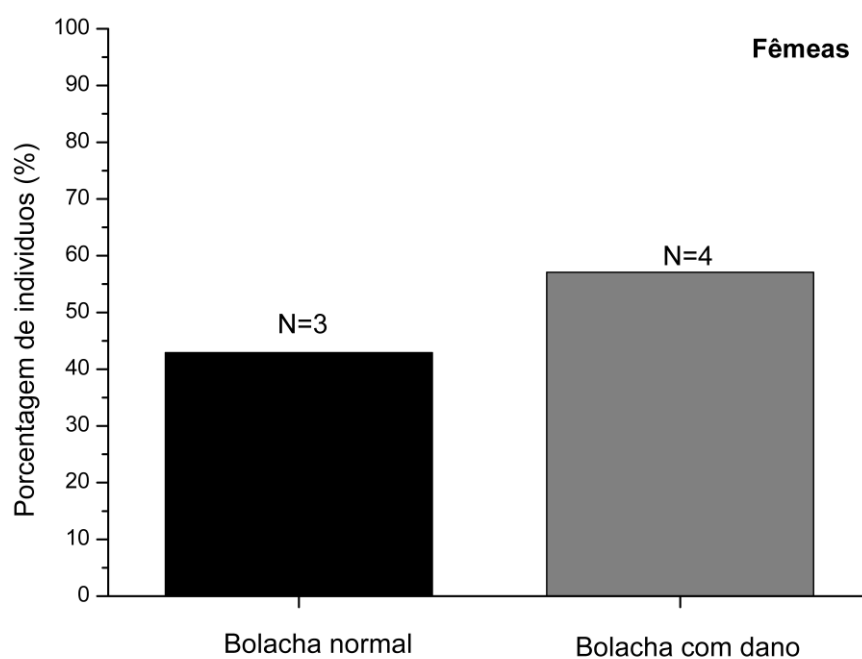


Figura 16. Porcentagem de fêmeas que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 12 horas. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

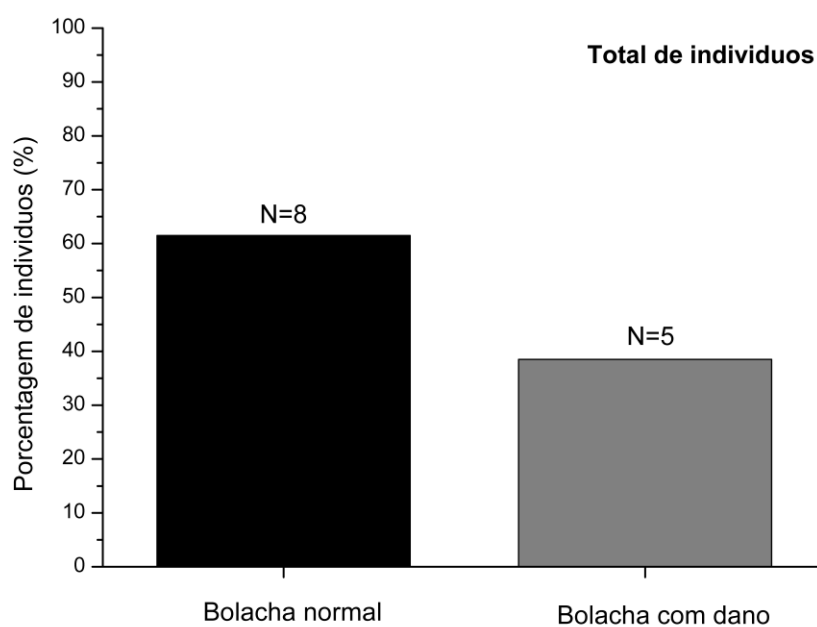


Figura 17. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 12 horas. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

Período de 24 horas

Dos 30 caranguejos testados, 19 responderam no período de 24 horas (11 machos e 8 fêmeas), representando 63,3% do total (58% machos e 42% fêmeas). As escolhas individuais para os sexos separados resultaram em 81,8% (N=9) dos machos e 62,5% (N=5) das fêmeas escolheram a bolacha normal, enquanto 18,2% (N=2) e 37,5% (N=3) das fêmeas escolheram a bolacha com dano físico (Figuras 18 e 19). Do total de indivíduos, 73,68% (N=14) escolheram a bolacha do mar normal enquanto 26,32% (N=5) escolheram a bolacha com dano físico (Figura 20). A análise pelo teste de Qui-quadrado demonstrou que os resultados foram significativos, tanto para os sexos separados (machos: $\chi^2=40,45$; $p<0,05$; fêmeas: $\chi^2=6,25$; $p<0,05$) como para o total de indivíduos ($\chi^2=22,42$; $p>0,05$).

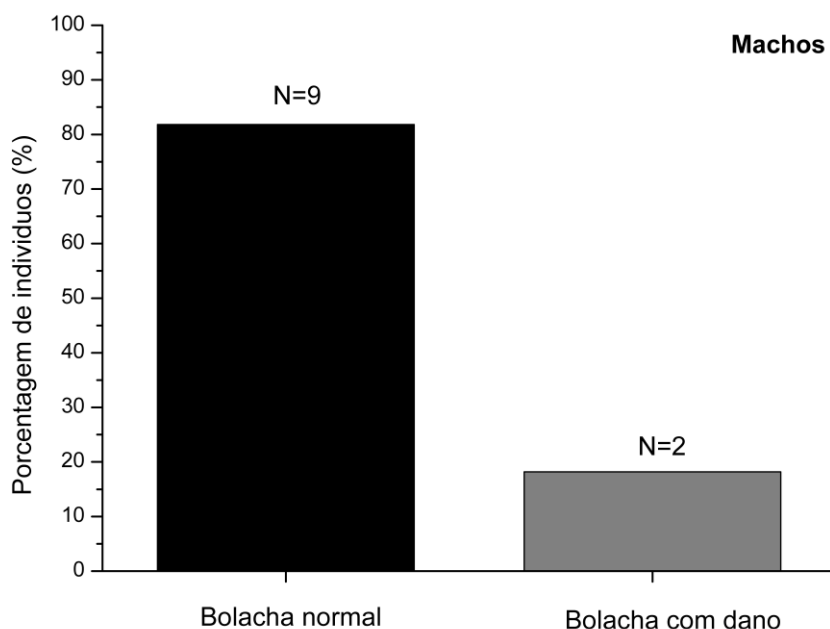


Figura 18. Porcentagem de machos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 24 horas. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

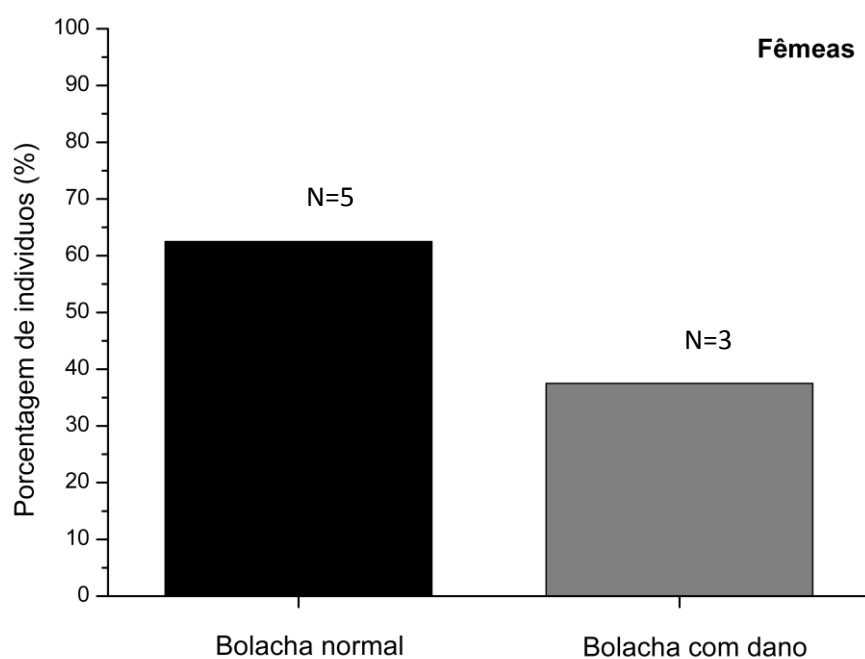


Figura 19. Porcentagem de fêmeas que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 24 horas. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

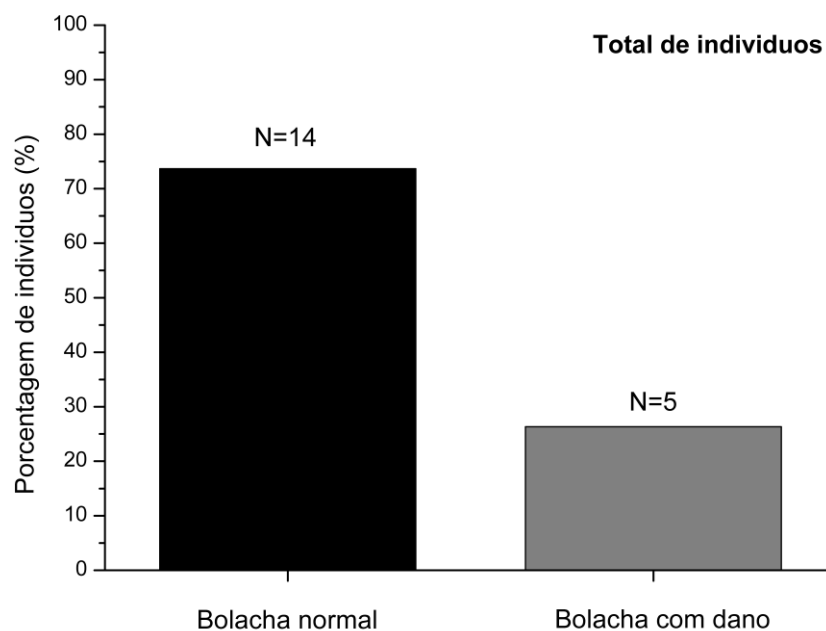


Figura 20. Porcentagem do total de indivíduos que escolheram a bolacha normal ou com dano no período de 24 horas. O N sobre as barras representam o número de caranguejos que realizaram sua escolha para cada uma das câmaras.

5. DISCUSSÃO

Nos processos biológicos de crustáceos o reconhecimento de sinais químicos torna possível o encontro de parceiros reprodutivos, a comunicação com outros organismos, a identificação de comportamentos como agressividade, receptividade de fêmeas e dominância, e também auxilia o recrutamento de larvas, e a detecção de predadores e de hospedeiros potenciais (THIEL & BREITHAUPT, 2011). A partir desses sinais os crustáceos também podem obter informações sobre o tamanho, a localização e a condição de saúde de outros organismos (THIEL & BREITHAUPT, 2011). As moléculas de odor que compõem as substâncias químicas emitidas são captadas pela movimentação das antenas e antênulas de crustáceos, compostas por filamentos sensoriais chamados estetos (KOEHL, 2011). Em caranguejos, as antênulas são curtas e os estetos sensoriais são mais densos do que encontrados em outros decápodos (KOEHL, 2011), sendo estruturas eficientes para o reconhecimento químico em espécies simbiotes.

No experimento controle, foi testada a eficiência do aparato para os experimentos de olfatometria. Na ausência de estímulos químicos do hospedeiro, os caranguejos realizaram escolhas aleatórias que não apresentaram um padrão significativo. As respostas não significativas encontradas neste experimento indicam que não existiu enviesamento por conta do aparato ou do procedimento laboratorial utilizado.

Já em relação aos experimentos de reconhecimento químico, *D. crinitichelis* foi exposto à água com diferentes tratamentos de forma a tentarmos entender sua capacidade de percepção e como a indução química pode influenciar na escolha por um hospedeiro. No experimento com o hospedeiro em condição normal os resultados sugerem que a presença de *E. emarginata* é reconhecida por *D. crinitichelis*, sendo este mecanismo, provavelmente, utilizado no reconhecimento e localização em ambiente natural (GRAY et al., 1968; REEVES & BROOKS, 2001; DE BRUYN et al., 2010; DE BRUYN et al., 2011; MARTINELLI-FILHO et al., 2014).

Nos experimentos de reconhecimento químico, também foi possível observar que existe uma tendência dos caranguejos evitarem hospedeiros em condição de estresse. Este fato também foi observado para *Dissodactylus mellitae* em seu hospedeiro equinóide *Mellita quinquiesperforata* (GRAY et al., 1968) e para *Pinnixa chaetoptera*, um caranguejo Pinnotheridae simbiote de poliquetas (GROVE & WOODIN, 1996). Por outro lado, em um estudo realizado com a espécie *D. primitivus* (DE BRUYN et al., 2011), não foram encontradas evidências que relacionassem o estresse do hospedeiro com o comportamento de

atração, ou mesmo repulsivo. Em equinodermos, a produção de metabólitos é muito utilizada para diversas funções biológicas, inclusive para repelir predadores. Esses compostos são produzidos nas paredes corporais como mecanismo de defesa, e são chamados de compostos de dissuasão (MCCLINTOCK & BAKER, 2001). De Bruyn et al. (2011) observaram que o equinóide *Meoma ventricosa* secreta uma substância amarelada quando sofre perturbação. Essa substância é característica de equinóides irregulares e também é secretada por *Encope emarginata* (observação pessoal). Esse composto pode estar relacionado à reação de defesa ao estresse do equinoide, sendo considerada, para a maioria dos estudos, repulsiva para os caranguejos (CHESHER, 1969).

No contexto ecológico, a defesa química do hospedeiro pode indicar ao simbiote que o hospedeiro não está saudável ou se encontra em condições físicas desfavoráveis (REEVES & BROOKS, 2011). O hospedeiro oferece a *D. crinitichelis* um local de refúgio e proteção contra predadores, forrageamento, além de influenciar no comportamento social e reprodutivo desse grupo (THIEL et al., 2003; BAEZA & STOTZ, 2003; REEVES & BROOKS, 2011). Os caranguejos buscam em seus hospedeiros maiores chances de adquirir alimento e proteção contra a predação (BAEZA & STOTZ, 2003). No entanto, um hospedeiro que apresenta condições desfavoráveis (físicas ou fisiológicas) pode atrair predadores, não sendo desta forma, vantajoso para o simbiote colonizá-lo (REEVES & BROOKS, 2011). Nesta relação, a pressão de predação e o estresse fisiológico são os principais custos, enquanto o encontro de parceiros reprodutivos e um local apropriado para refúgio e alimentação são os principais benefícios oferecidos pelo hospedeiro, de forma que tais custos e benefícios tendem a motivar a movimentação dos caranguejos (THIEL et al., 2003). As diferenças das respostas quanto à condição de *E. emarginata* indicam que o hospedeiro submetido ao estresse oferece menos benefícios como hospedeiro para *D. crinitichelis* do que quando em condição normal.

Corroborando os resultados de olfatometria química, no experimento do hospedeiro com dano físico *D. crinitichelis* preferiu a bolacha em condição normal em relação à bolacha com dano físico, tanto para o período de 12h como para o período de 24h. Tal resultado indica que *D. crinitichelis* reconhece quando o seu hospedeiro não está em boa condição física. A condição física do hospedeiro é percebida pelos caranguejos e, assim como na condição de estresse, pode sinalizar aos simbioses se o hospedeiro está viável para ser colonizado (DE BRUYN et al., 2010; DE BRUYN et al., 2011; AMBROSIO & BAEZA, 2016; DE BRUYN et al., 2016). O gênero *Dissodactylus* apresenta comportamento de constante movimentação entre hospedeiros, não permanecendo em um único indivíduo por muito tempo (BAEZA &

THIEL, 2007; DE BRUYN et al., 2010; DE BRUYN et al., 2011; DE BRUYN et al., 2016). Fatores como doença, morte, reprodução ou risco de predação motivam esse comportamento (BAEZA & THIEL, 2007; DE BRUYN et al., 2016).

Durante as análises de atração química, os experimentos de olfatometria que receberam tratamento, foram conduzidos em um período maior de tempo (total de 6h de testes para ambos os experimentos) quando comparado ao experimento controle (total de 3h e 40 min), indicando que o tempo de resposta (escolha) dos indivíduos testados foi maior quando expostos a um tratamento. Esse resultado também foi verificado por De Bruyn et al. (2011). Neste trabalho, os autores relatam que a presença de fatores químicos do hospedeiro não induz uma resposta mais rápida dos caranguejos, mas que a ausência do hospedeiro estimula os movimentos de busca. Esse parâmetro foi observado tanto para machos quanto para fêmeas, que obtiveram respostas similares nesses experimentos. Já no experimento referente ao dano físico do hospedeiro, houve diferenças nas escolhas de machos e fêmeas. Enquanto machos preferiram o hospedeiro normal, no primeiro momento (12h), fêmeas não apresentaram preferência, mas posteriormente tiveram uma maior porcentagem de escolha pelo hospedeiro normal (24h). A mudança na “escolha” das fêmeas entre os períodos pode significar que ocorreu um tempo para a detecção da condição física do hospedeiro, maior em fêmeas do que em machos. As escolhas das fêmeas e o comportamento social do grupo também podem ser parâmetros relacionados. Em *D. crinitichelis*, fêmeas têm maior tendência a permanecer em seu hospedeiro assim que o colonizam, enquanto machos realizam mais frequentemente “trocas” de hospedeiros em busca de fêmeas receptivas, maximizando assim seu potencial reprodutivo (WIRTZ & DIESEL, 1983; THIEL et al., 2003).

As características do hospedeiro, como o tamanho e a proximidade, tendem a determinar a movimentação de trocas entre hospedeiros (THIEL et al., 2003), porém poucos estudos têm mostrado a influência da qualidade dos hospedeiros como refúgio (OCAMPO et al., 2012). No presente estudo avaliamos que a qualidade do hospedeiro, representada pela condição momentânea (física ou estresse) no qual se encontra, também é uma característica que influencia na movimentação e na escolha do hospedeiro em *D. crinitichelis* e consequentemente nos processos de “trocas de hospedeiros”.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, podemos concluir que *Dissodactylus crinitichelis* é capaz de identificar através da percepção químico-olfativa seu hospedeiro *Encope emarginata*, podendo utilizar este reconhecimento tanto na localização, quanto na sua escolha por um hospedeiro. A percepção do hospedeiro em condições favoráveis pode influenciar sua movimentação (atração), enquanto a percepção do hospedeiro em condição de estresse desencadeia um efeito contrário. A condição física do hospedeiro, também pode influenciar a escolha e movimentação dos caranguejos, que utilizam a percepção química para reconhecer qual hospedeiro está em melhor condição física, indicando maior viabilidade de recursos e menor chance de predação. Esses resultados sugerem que a percepção química é um fator de grande importância à vida do caranguejo, maximizando suas chances de sobrevivência no ambiente natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSIO, L. J.; BAEZA, J. A. 2016. Territoriality and conflict avoidance explain asociality (solitariness) of the endosymbiotic pea crab *Tunicotheres moseri*. PLoS ONE, v. 11, n. 2: e0148285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148285>.
- AMBROSIO, L. J.; BROOKS, W. R. 2011. Recognition and use of ascidian hosts, and mate acquisition by the symbiotic pea crab *Tunicotheres moseri* (Rathbun, 1918): the role of chemical, visual and tactile cues.
- BAEZA, J. A.; GUÉRON, R.; SIMPSON, L.; AMBROSIO, L. J. 2016. Population distribution, host-switching, and chemical sensing in the symbiotic shrimp *Lysmata pederseni*: implications for its mating system in a changing reef seascape. Coral Reefs, v. 35, p. 1213–1224.
- BAEZA, J. A.; STOTZ, W. 2003. Host-use pattern and selection of differently colored sea anemones by the symbiotic crab *Allopetrolisthes spiniformis* J. Exp. Mar. Biol. Ecol., v. 284, p. 25 – 39.
- BAEZA, J. A.; THIEL, M. 2000. Host use pattern and life history of *Liopetrolisthes mitra*, a crab associate of the black sea urchin *Tetrapygus niger*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 80: 639 – 645.
- BAEZA, J. A.; THIEL, M. 2007. The mating system of symbiotic crustaceans: a conceptual model based on optimality and ecological constraints (Chapter 12). In: Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems: Crustaceans as Model Organisms (J. E. Duffy and M. Thiel, eds). Oxford University Press, p. 250 – 267.
- BELL, J. 1984. Changing residence: dynamics of the symbiotic relationship between *Dissodactylus mellitae* Rathbun (Pinnotheridae) and *Mellita quinquiesperforata* (Leske) (Echinodermata). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 82: 101 – 115.
- BELL, J. L.; STANCYK, S. E. 1983. Population dynamics and reproduction of *Dissodactylus mellitae* (Brachyura: Pinnotheridae) on its sand dollar host *Mellita quinquiesperforata* (Echinodermata). Marine Ecology Progress Series, 13: 141 – 149.
- BRADBURY, I. R.; SNELGROVE, P. V. R. 2001. Contrasting larval transport in demersal fish and benthic invertebrates: the roles of behaviour and advective processes in determining spatial pattern. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 58: 811 – 823.
- BROWN, S. P.; RENAUD, F.; GUÉGAN, J.F.; THOMAS, F. 2001. Evolution of trophic transmission in parasites: the need to reach a mating place. J. Evol. Biol., 14: 815–820.

- CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. 2006. Caracterização geomorfológica da zona costeira do estado de Sergipe. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia – GO.
- CHESHER, R. H. 1969. Contributions to the biology of *Meoma ventricosa* (Echinoidea: Spatangoida). Bulletin of Marine Science. Museum of Comparative Zoology, Harvard University, n.19, p. 72–110.
- CHRISTENSEN, A. M.; MCDERMOTT, J. J. 1958. Life-history and biology of the oyster crab, *Pinnotheres ostreum* Say. Biol. Bull. 114: 146-179.
- COELHO P. A.; BATISTA-LEITE, L. A.; SANTOS, M. A. C.; TORRES, M. F. A. 2004. O manguezal. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (orgs.). Oceanografia: Um cenário tropical. Recife: Bagáço.
- COELHO, P. A.; RAMOS, M. A. 1972. A constituição e distribuição da fauna de decapodos do litoral leste da América do Sul entre as latitudes 5° N e 39° S. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pe., Recife, 13: 133 – 236.
- DAVENPORT, D. 1950. Studies in the physiology of commensalism. Marine Ecological Laboratory, 98: 81 – 93.
- DE BRUYN, C.; DAVID, B.; DE RIDDER, C.; RIGAUD, T. 2010. Asymetric exploitation of two echinoid host species by a parasitic pea crab and its consequences for the parasitic life cycle. Marine Ecology Progress Series, v. 398, p. 183 – 191.
- DE BRUYN, C.; DAVID, B.; MOTREUIL, S.; CAULIER, G.; JOSSART, Q.; RIGAUD, T.; DE RIDDER, C. 2016. Should I stay or should I go? Causes and dynamics of host desertion by a parasitic crab living on echinoids. Marine Ecology Progress Series, 546: 163 – 171.
- DE BRUYN, C.; DE RIDDER, C.; RIGAUD, T.; DAVID, B. 2011. Chemical host detection and differential attraction in a parasitic pea crab infecting two echinoids. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 397: 173 – 178.
- DE BRUYN, C.; RIGAUD, T.; DAVID, B.; RIDDER, C. 2009. Symbiosis between the pea crab *Dissodactylus primitivus* and its echinoid host *Meoma ventricosa*: potential consequences for the crab mating system. Marine Ecology Progress Series, 375: 173 – 183.
- DOUGLAS, A. E. 2010. The Symbiotic Habit. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. ISBN 978-0-691-11341-8, 202 pp. Editor: T. C. Wood.
- DUBILIER, N.; BERGIN, C.; LOTT, C. 2008. Symbiotic diversity in marine animals: the art of harnessing chemosynthesis. Nature Reviews Microbiology, 6: 725 – 740.
- FILHO, J. E. M.; SANTOS, R. B.; RIBEIRO, C. C. 2014. Host selection, host-use pattern and competition in *Dissodactylus crinitichelis* and *Clypeasterophilus stebbigini* (Brachyura: Pinnotheridae). Symbiosis, DOI:10.1007/s13199-014-0292-0.

- GRAY, I. E.; MCCLOSKEY, L. R.; WEIHE, S. C. 1968. The commensal crab *Dissodactylus mellitae* and its reaction to sand dollar host-factor. The Journal of the Mitchell Society, 84: 472 – 481.
- GROVE, M. W.; WOODIN, S. A. 1996. Conspecific recognition and host choice in a pea crab, *Pinnixa chaetoptera* (Brachyura: Pinnotheridae). Biol. Bull., n. 190, p. 359 – 366.
- KNOWLTON, N. 1980. Sexual selection and dimorphism in two demes of a symbiotic, pair-bonding snapping shrimp. Evolution, 34: 161 – 173.
- KOEHL, M. A. R. 2011. Hydrodynamics of sniffing by crustaceans. In Chemical Communication in Crustaceans (ed. T. Breithaupt and M. Theil), pp. 85-102. New York: Springer Verlag.
- LIMA, S. F. B.; QUEIROZ, V.; LAGUNA, I. H. B.; MIOSO, R. 2014. New host for *Dissodactylus crinitichelis* (Decapoda, Pinnotheridae): first record of occurrence on *Mellita quinquiesperforata* (Echinodermata, Echinoidea). Spixiana, 37: 61 – 68.
- MARTINELLI-FILHO, J. E. SANTOS, R. B.; RIBEIRO, C. C. 2014. Host selection, host-use pattern and competition in *Dissodactylus crinitichelis* and *Clypeasterophilus stebbingi* (Brachyura: Pinnotheridae). Symbiosis, DOI 10.1007/s13199-014-0292-0.
- MELO, G. A. S. 2006. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: anomura, thalassinidea, palinuridea. astacidea / Gustavo Augusto Schmidt de Melo - São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1999. 551 p.
- PEARCE, J.B. 1966. The biology of the mussel crab, *Fabia subquadrata* from the water of the San Juan Archipelago, Washington. Pac. Sci., 20: 3-35.
- QUEIROZ, V.; SALES, L.; NEVES, E.; JOHNSON, R. 2011. *Dissodactylus crinitichelis* Moreira, 1901 and *Leodia sexiesperforata* (Leske, 1778): first record of this symbiosis in Brazil. Nauplius, 19: 63 – 70.
- REEVES, M. N.; BROOKS, W. R. 2001. Host selection, chemical detection, and protection of the symbiotic pinnotherid crabs *Dissodactylus crinitichelis* and *Clypeasterophilus rugatus* associated with echinoderms. Symbiosis, 30: 239 – 256.
- TAKEDA, S.; TAMURA, S.; WASHIO, M. 1997. Relationship between the pea crab *Pinnixa tumida* and its endobenthic holothurian host *Paracaudina chilensis*. Marine Ecology Progress Series, 149: 143 – 154.
- TELFORD, M. 1978. Distribution of two species of *Dissodactylus* (Brachyura: Pinnotheridae) among their echinoid host populations in Barbados. Bulletin of Marine Science, 28: 651 – 658.

- THIEL, M.; BAEZA, J. A. 2001. Factors affecting the social behavior of crustaceans living symbiotically with other marine invertebrates: a modelling approach. *Symbiosis*, 30: 163 – 190.
- THIEL, M.; BREITHAUPT, T. 2011. Chemical communication in crustaceans: research challenges for the Twenty-First Century. In *Chemical Communication in Crustaceans* (ed. T. Breithaupt and M. Theil), pp. 3-22. New York: Springer Verlag.
- THIEL, M.; ZANDER, A.; BAEZA, J. A. 2003. Movements of the symbiotic crab *Liopetrolisthes mitra* between its host sea urchin *Tetrapygus niger*. *Bulletin of Marine Science*, 72: 89 – 101.
- THIEL, M.; ZANDER, A.; VALDIVIA, N.; BAEZA, J. A.; RUEFFLER, C. 2003 (a). Host fidelity of a simbiotic porcellanid crab: the importance of host characteristics. *J. Zool., Lond.* 261: 353 – 362.
- TRENCH, R. K. 1979. The cell biology of plant-animal symbiosis. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 30: 485 – 531.
- WIRTZ, P.; DIESEL, R. 1983. The social structure of *Iachus phalangium*, a spider crab associated with the sea anemone *Anemonia sulcata*. *Z. Tierpsychol.*, 62: 209 – 234.
- ZAR, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th ed, Prentice Hall, 944 p.